

СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ И СТАЛЕЙ

Гуцаленко Юрий Григорьевич, старший научный сотрудник

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»

С включением операционных регламентов алмазного шлифования с введением в зону обработки инициирующих в ней электрические разряды импульсов электрического тока (алмазно-искровое шлифование) на заключительных этапах технологической маршрутизации заготовок из различных сплавов и сталей в обобщенном представлении связывается формирование в поверхностном слое высокоплотных структур повышенной твердости с эксплуатационно благоприятными остаточными напряжениями сжатия [1]. Формальная логика этого обобщенного представления о преимуществах алмазно-искрового шлифования следует из структурно-морфологических аналогий в технологической наследственности алмазно-искрового шлифования различных материалов, содержание которой следует из различий в природе этих материалов и технологий производства заготовок, обуславливающих ход и исход электроразрядных процессов и электромеханики обработки в целом.

В ряду объектов и применительно к ним достижимых возможностей алмазно-искрового шлифования среди металлокерамики порошковой металлургии выделяется наиболее тугоплавкая и высокотвердая вольфрамокарбидная и твердые сплавы на ее основе, а среди сталей – закаливаемые с характерным представительством марганцовистых; с обеспечением в них высокоплотных структур, соответственно с преодолением исходной пористости при сдерживании теплофизически провоцируемого роста исходно заданной зернистости (металлокерамика) и измельчением структуры с ее трансформацией с образованием белого слоя в переходном состоянии от закалки к аморфности (табл. 1).

Таблица 1. Микротвердость и микроструктура мартенсита в белом и основном слое стали 65Г [2]

Характеристика		После ТФО	После АИШ
Микротвердость, МПа	Основной металл (среднее)	5,3	
	Белый слой	8,2-11,2	9,0-11,0
Мартенситная микроструктура	Основной металл	Игольчатая	
	Белый слой	Деформированная зернистая	

Белый слой (белые зоны) как слаботравящееся твердое образование, возникающее на поверхности стальных деталей в процессе контактного термомеханического воздействия, давно привлекает внимание исследователей с точки зрения возможного повышения ресурсных

характеристик поверхностей эксплуатационного контакта. В начале третьей четверти XX века харьковские ученые с мировым именем И. М. Любарского и Л. Г. Палатник в окружении весьма противоречивой информации с преобладанием осторожных негативистских оценок о практической перспективности белых зон отмечали [3]: "проблема белой зоны является весьма актуальной и широкой и требует постановки дальнейших исследований для более детального изучения...".

Последующие исследования различных авторов свидетельствуют о возможности успешного использования эффекта белого слоя в практических целях. Так, в украинско-польской разработке [4] феномен белого слоя успешно используется в технологиях ремонта износонагруженных поверхностей. Достижение микроструктур белого слоя в ходе электроэрозионной обработки стальной технологической оснастки рассматривается как принципиальный ресурс упрочнения [5]. С механизмом формирования локальных белых зон в усталостных трещинах в Сибирском университете (Россия, г.Новокузнецк) [6] связывают даже залечивание усталостных повреждений сталей импульсами электрического тока и основанную на этом принципе практическую технологию.

В Харьковском политехническом институте разрабатывается метод термофрикционного упрочнения стальных поверхностей, использующий феномен белого слоя, в реальных воплощениях избавленный от основных ранее характерных недостатков [3]: полностью устраняется несплошность и в значительной степени – неоднородность [7]. Алмазно-искровое шлифование позволяет как самостоятельно формировать в сталях упрочненные белые слои [8], так и поддерживать такие слои финишной обработкой после предварительного термофрикционного упрочнения с повышением их однородности, нижней границы и среднего значения микротвердости в них (табл. 1), что солидаризуется с электроимпульсными технологиями [4, 5].

Характерным последствием электрических разрядов в продуктах порошковой металлургии на основе карбида вольфрама, формообразование которых производится комбинированным электромеханическим воздействием (спарк-плазменное спекание в заготовительном производстве и алмазно-искровое шлифование в окончательном механообрабатывающем), является повышенная семикарбидизация, сопровождающая подавление пор с их электроразрядным озонированием $3O_2 + 285 \text{ кДж} \leftrightarrow 2O_3$ и следующим из этого частичным захватом углерода карбида $O_3 + C = CO + O_2$ с одновременным понижением его статуса до семикарбида $2WC \rightarrow W_2C + C$ [9].

Отмеченные особенности результатов алмазно-искрового шлифования рассмотренных материалов отражают структурно-морфологические аналогии размерных эффектов в них и эффектов их состояния (табл. 2).

Таблица 2. Структурно-морфологические аналогии результатов алмазно-искрового шлифования твердых сплавов на вольфрамокарбидной порошковой основе и марганцовистых закаливаемых сталей

Признак сравнения технологической наследственности	Структурно-морфологические аналогии алмазно-искрового шлифования	
	Вольфрамокарбидные твердые сплавы	Марганцовистые закаливаемые стали
Размерные эффекты	Подавление пористости	Измельчение структуры
Эффекты состояния	Частичная семикарбидизация	Частичная аморфизация

Список литературы

1. Беззубенко, Н. К. Повышение эффективности алмазного шлифования путем введения в зону обработки дополнительной энергии в форме электрических разрядов : Автореф. дис... докт. техн. наук : 05.03.01 – процессы механической обработки, станки и инструмент / Харьк. гос. политехн. ун-т. Харьков, 1995. 56 с.
2. Gutsalenko, Yu. Diamond-spark grinding in forming of functional white layers of increased microhardness in steels // *Fiability & Durability*. Targu Jiu : Editura "Academica Brancusi". 2008. No. 2 : 1-3.
3. Любарский, И. М., Палатник, Л. С. Металлофизика трения. М. : Машиностроение, 1976. 176 с.
4. Новая технология ремонта подшипниковых шеек валов роторов / В. Б. Тарельник [и др.] // ЛТД ООО "ТРИЗ" (Украина, г. Сумы) [сайт]. URL : <http://www/triz.sumy.ua> (дата обращения : 22.04.2008).
5. Плошкин, В. В. Структурные превращения при электроэрозионной обработке сталей // Известия ВУЗов. Черная металлургия. 2005, № 11. С. 43-48.
6. Залечивание усталостных повреждений сталей импульсами электрического тока / Л. Б. Зуев [и др.] // Журнал технической физики. 2000. Т.70, Вып. 3. С. 24-26.
7. Електронно-мікроскопічне дослідження "білого" шару після термофрикційної обробки / М. А. Погрібний [та ін.] // Резание и инструмент в технологических системах. 2007. Вып. 72. С.126-131.
8. Импульсное упрочнение стали в процессе алмазно-искрового шлифования / Н. А. Погребной [и др.] // Резание и инструмент в технологических системах. 2005. Вып. 68. С. 323-327.
9. Геворкян, Э. С., Гуцаленко, Ю. Г. Генезис экспансии семикарбида вольфрама в вольфрамокерамических инструментальных композитах горячего прессования с электроконсолидацией нанопорошков на монокарбидной основе // Вісн. Нац. техн. ун-ту «Харк. політехн. ін-т», Темат. вип. : Технології в машинобудуванні. 2010. № 53. С. 19-30.